

Reproducing Device and method for improving performance of data using regulating filter coefficient of equalizer

Publication number: CN1295330

Publication date: 2001-05-16

Inventor: CHAE-SONG SHIM (KR)

Applicant: SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD (KR)

Classification:

- international: G11B20/10; G11B20/14; H03H17/02; H03H21/00; H03M13/41; H04B3/06; H04L1/00; H04L25/497; H04L25/03; G11B20/10; G11B20/14; H03H17/02; H03H21/00; H03M13/00; H04B3/06; H04L1/00; H04L25/497; H04L25/03; (IPC1-7): G11B20/10; G11B7/00

- european: G11B20/10A

Application number: CN20001033882 20001102

Priority number(s): KR19990048585 19991104

Also published as:



EP1098313 (A2)
US6747936 (B1)
JP2001189053 (A)
EP1098313 (A3)
CN1136573C (C)

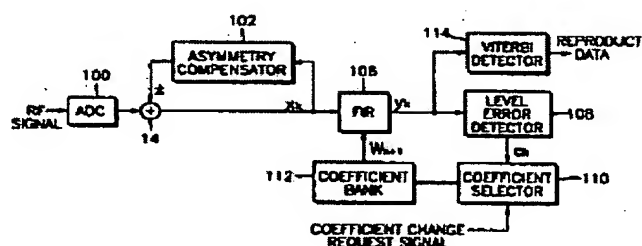
Report a data error he

Abstract not available for CN1295330

Abstract of corresponding document: EP1098313

A data reproduction apparatus and method capable of improving data reproduction performance by adjusting the filter coefficients of an equalizer (106) including a digital filter, and connected before a Viterbi detector (114). A level of the output value of the equalizer (106) is detected based on a reference level set in the Viterbi detector (114), and a level error of the detected level with respect to a predetermined reference value is detected. The filter coefficients of the equalizer (106) are adjusted such that the level error is minimized, thereby improving the detection performance of the Viterbi detector (114).

FIG. 3



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[51] Int. Cl.⁷

G11B 7/00

[21] 申请号 00133882. X

[11]公开号 CN 1295330A

[74] 专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

代理人 邵亚丽

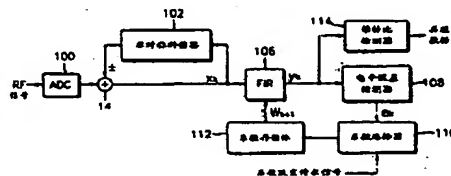
[71] 申请人 三星电子株式会社

[72]发明人 沈载晟

权利要求书 6 页 说明书 10 页 附图页数 20 页

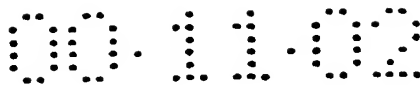
[57] 摘要

一种数据再现设备和方法,能够通过调节一均衡器的滤波器系数来改善数据再现性能,该均衡器包含一数字滤波器,并连接在维特比检测器之前。根据设置在维特比检测器中的一参考电平来检测所述均衡器的输出值电平,并检测该检测电平相对于一预定参考值的电平误差。调节所述均衡器的滤波器系数,以使所述电平误差最小化,从而改善所述维特比检测器的检测性能。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版



权 利 要 求 书

1. 一种数据再现设备, 包括一数据检测器, 用于基于部分响应最大似然性(PRML)来检测数据, 所述设备包括:

5 一均衡器, 包含一数字滤波器;

 一电平误差检测器, 用于根据设置在所述数据检测器中的一参考电平来提取所述均衡器的输出值电平, 并检测该输出值电平和一预定参考值之间的电平误差;

 一系数存储体, 用于存储所述均衡器的滤波器系数; 和

10 一系数选择器, 用于从所述系数存储体中选择所述均衡器的滤波器系数, 以使所述电平误差最小化。

2. 如权利要求 1 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器预定至少一个相应于零电平、正和负中间电平及正和负最大电平的参考值, 这些电平是根据所述数据检测器的部分响应(PR)类型来分类的, 并从所述均衡器的
15 输出值中检测这些电平, 并且输出相应于各检测电平和各相应参考值之间的差值的电平误差。

3. 如权利要求 2 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器确定从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于 0, 如果两个连续取样数据的乘积小于 0 则确定哪一个取样数据大于 0, 将大于 0 的取样数据确定
20 为正中间电平, 而将小于 0 的取样数据确定为负中间电平, 并且检测相应于确定为正和负中间电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

4. 如权利要求 2 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器确定从所述均衡器输出的所有 3 个连续取样数据是否都大于一预定阈值, 如果所有
25 3 个连续取样数据都大于预定阈值, 则将中间取样数据确定为正最大电平, 而如果所有 3 个连续取样数据都小于预定阈值, 则将中间取样数据确定为负最大电平, 并且检测相应于确定为正和负最大电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

5. 如权利要求 2 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器确定从
30 所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于或等于 0, 并将其绝对值小于另一个取样数据的绝对值的取样数据确定为零电平, 并检测确定为零

电平 的取样数据值和相应参考值之间的差值。

6. 如权利要求 2 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器确定从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于或等于 0, 如果从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积小于或等于 0, 则比较这两个连续取样数据的绝对值, 如果两个连续取样数据的后者的绝对值大于另一个取样数据的绝对值, 则分别将这两个连续取样数据的后者和这两个连续取样数据之前的取样数据确定为正和负中间电平, 如果两个连续取样数据的前者的绝对值大于或等于另一个取样数据的绝对值, 则分别将这两个连续取样数据之前的取样数据和这两个连续取样数据之后的取样数据确定为正和负中间电平, 并且, 检测相应于确定为正和负中间电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

7. 如权利要求 1 所述的数据再现设备, 其中, 所述系数存储体存储所述均衡器的滤波器系数, 这些滤波器系数按照散焦和切向倾斜的伺服状态和程度而适配。

8. 如权利要求 1 所述的数据再现设备, 其中, 所述系数选择器按照从外部输入的系数变化请求信号而选择存储在所述系数存储体中的系数, 以便使用所选的系数替代均衡器的滤波器系数, 检验从所述电平误差检测器输出的电平误差, 并确定使电平误差最小化的系数为所述均衡器的最终滤波器系数。

9. 一种数据再现设备, 包括一数据检测器, 用于基于部分响应最大似然性(PRML)来检测数据, 所述设备包括:

一均衡器, 包含一数字滤波器;

- 一电平误差检测器, 用于根据设置在所述数据检测器中的一参考电平提取所述均衡器的输出值电平, 并检测该输出值电平和一预定参考值之间的电平误差;

一系数适配器, 用于适配所述均衡器的滤波器系数, 以使所述电平误差和目标电平误差之间的差值最小化。

10. 如权利要求 9 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器预定至少一个相应于零电平、正和负中间电平及正和负最大电平的参考值, 这些电平是根据所述数据检测器的部分响应(PR)类型来分类的, 并从所述均衡器的输出值中检测这些电平, 并且输出相应于各检测电平和各相应参考值之间的

差值的电平误差。

11. 如权利要求 10 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器确定从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于 0, 如果两个连续取样数据的乘积小于 0 则确定哪一个取样数据大于 0, 将大于 0 的取样数据确定为正中间电平, 而将小于 0 的取样数据确定为负中间电平, 并且检测相应于确定为正和负中间电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

12. 如权利要求 10 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器确定从所述均衡器输出的所有 3 个连续取样数据是否都大于一预定阈值, 如果所有 3 个连续取样数据都大于预定阈值, 则将中间取样数据确定为正最大电平, 而如果所有 3 个连续取样数据都小于预定阈值, 则将中间取样数据确定为负最大电平, 并且检测相应于确定为正和负最大电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

13. 如权利要求 10 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器确定从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于或等于 0, 并将其绝对值小于另一个取样数据的绝对值的取样数据确定为零电平, 并检测确定为零电平的取样数据值和相应参考值之间的差值。

14. 如权利要求 10 所述的数据再现设备, 其中, 所述误差检测器确定从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于或等于 0, 如果从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积小于或等于 0, 则比较这两个连续取样数据的绝对值, 如果两个连续取样数据的后者的绝对值大于另一个取样数据的绝对值, 则分别将这两个连续取样数据的后者和这两个连续取样数据之前的取样数据确定为正和负中间电平, 如果两个连续取样数据的前者的绝对值大于或等于另一个取样数据的绝对值, 则分别将这两个连续取样数据之前的取样数据和这两个连续取样数据之后的取样数据确定为正和负中间电平, 并且, 检测相应于确定为正和负中间电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

15. 如权利要求 9 所述的数据再现设备, 还包括一散焦/倾斜检测器, 用于通过监视所述均衡器的自适应滤波器系数的变化而检测伺服状态。

16. 如权利要求 15 所述的数据再现设备, 其中, 所述散焦/倾斜检测器将其中所述均衡器的中央抽头系数周围的两个侧抽头系数都增加这样一种状

态确定为散焦状态，并输出散焦信号。

17. 如权利要求 15 所述的数据再现设备，其中，所述散焦/倾斜检测器将其中所述均衡器的一个侧抽头系数相对于中央抽头系数增加，而相对的侧抽头系数减小这样一种状态确定为切向倾斜的状态，并输出切向倾斜信号。

5 18. 如权利要求 17 所述的数据再现设备，其中，所述散焦/倾斜检测器按照哪一个侧抽头系数相对于中央抽头系数增加或减小来确定切向倾斜的方向。

19. 一种数据再现方法，能够改善数据检测器的性能，该数据检测器用于基于部分响应最大似然性(PRML)，通过调节一均衡器的滤波器系数，来检测数据，所述均衡器包含一数字滤波器，并连接于所述数据检测器之前，所述方法包括下列步骤：

(a) 根据设置在所述数据检测器中的一参考电平提取所述均衡器的输出数据电平，并检测该输出数据电平和一预定参考值之间的电平误差；

(b) 调节所述均衡器的滤波器系数，以使所述电平误差最小化。

15 20. 如权利要求 19 所述的数据再现方法，其中，在步骤(a)中，预定至少一个相应于零电平、正和负中间电平或者正和负最大电平的参考值，这些电平是根据所述数据检测器的部分响应(PR)类型来分类的，并且，根据分类的各电平而检测所述均衡器的输出值电平，并且检测相应于各检测电平和各相应参考值之间的差值的电平误差。

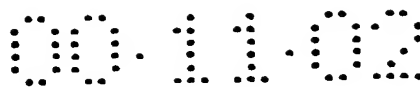
20 21. 如权利要求 19 所述的数据再现方法，其中，所述步骤(a)包含：

(a1) 确定从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于 0，如果两个连续取样数据的乘积小于 0 则确定哪一个取样数据大于 0，将大于 0 的取样数据确定为正中间电平，而将小于 0 的取样数据确定为负中间电平；和

25 (a2) 检测相应于确定为正和负中间电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

22. 如权利要求 19 所述的数据再现方法，其中，所述步骤(a)包含：

(a1) 确定从所述均衡器输出的所有 3 个连续取样数据是否都大于一预定阈值，如果所有 3 个连续取样数据都大于预定阈值，则将中间取样数据确定为正最大电平，而如果所有 3 个连续取样数据都小于预定阈值，则将中间取样数据确定为负最大电平；和



(a2) 检测相应于确定为正和负最大电平 of 的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

23. 如权利要求 20 所述的数据再现方法, 其中, 所述步骤(a)包含:

5 (a1) 确定从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于或等于 0, 并将其绝对值小于另一个取样数据的绝对值的取样数据确定为零电平; 和

(a2) 检测确定为零电平的取样数据值和相应参考值之间的差值。

24. 如权利要求 20 所述的数据再现方法, 其中, 所述步骤(a)包含:

10 (a1) 确定从所述均衡器输出的两个连续取样数据的乘积是否小于或等于 0, 并且比较这两个连续取样数据的绝对值;

(a2) 如果两个连续取样数据的后者的绝对值大于另一个取样数据的绝对值, 则分别将这两个连续取样数据的后者和这两个连续取样数据之前的取样数据确定为正和负中间电平;

15 (a3) 检测相应于在步骤(a2)中确定为负和正中间电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差;

(a4) 如果两个连续取样数据的前者的绝对值大于或等于另一个取样数据的绝对值, 则分别将这两个连续取样数据之前的取样数据和这两个连续取样数据之后的取样数据确定为正和负中间电平; 和

20 (a5) 检测相应于在步骤(a4)中确定为负和正中间电平的取样数据值和相应参考值之间的各差值的各电平误差。

25. 如权利要求 19 所述的数据再现方法, 其中, 在步骤(b)中, 所述均衡器的滤波器系数, 按照散焦和切向倾斜的伺服状态和程度而被适配。

26. 如权利要求 19 所述的数据再现方法, 其中, 在步骤(b)中, 所述均衡器的滤波器系数是按照从外部输入的系数变化请求信号而改变的, 并且连续
25 连续检验电平误差, 以确定使电平误差最小化的系数为所述均衡器的最终滤波器系数。

27. 如权利要求 19 所述的数据再现方法, 其中, 在步骤(b)中, 对所述均衡器的滤波器系数进行适配, 以使所述电平误差和目的电平误差之间的差值最小化。

30 28. 如权利要求 27 所述的数据再现方法, 还包括步骤(c): 监视所述均衡器的自适应滤波器系数, 并按照自适应滤波器系数的变化来确定伺服状

态。

29. 如权利要求 28 所述的数据再现方法, 其中, 在步骤(c)中, 当所述均衡器的中央抽头系数周围的两个侧抽头系数都增加时, 其状态被确定为散焦状态。

5 30. 如权利要求 28 所述的数据再现方法, 其中, 在步骤(c)中, 当所述均衡器的一个侧抽头系数相对于中央抽头系数增加, 而相对的侧抽头系数减小时, 其状态被确定为切向倾斜的状态。

31. 如权利要求 30 所述的数据再现方法, 其中, 在步骤(c)中, 按照哪一个侧抽头系数增加或减小来检测切向倾斜的方向。

调节均衡器的滤波器系数改善
性能的数据再现设备和方法

5

本发明涉及数据再现领域，更具体讲，涉及具有通过对均衡器调节滤波器系数以使检测数据中的电平误差(level error)减到最小而得到的最佳性能的数据再现设备和方法。

10 作为不改变常规记录/再现设备的特性而通过信号处理提高记录密度的一种技术，已提出了部分响应最大似然性(partial response maximum likelihood, PRML)相关技术，包括维特比(Viterbi)解码，并且已经出现了许多对该技术改善的建议。

15 维特比解码器具有一个预定的参考电平，用在检测数据的误差值的过程中。为了使维特比解码器的输入数据电平与预定参考电平相匹配，调节在维特比解码器的前面相连的均衡器的滤波器抽头(tap)系数，以输出其电平与维特比解码器的参考电平相匹配的输出数据。

20 图1示出了常规均衡器的系数适配方法。模拟到数字转换器(ADC)10对输入射频(RF)信号进行取样，非对称补偿器12和加法器14对取样RF信号的非对称或DC偏移分量进行校正，并将结果提供给均衡器16。3T电平误差检测器18检测一参考值与从均衡器输出的最小凹坑(或标记)电平之间的差值，即误差(e_k)，其相应于常规数字多用盘(digital versatile disc, DVD)或光盘(compact disc, CD)中的3T(其中T为凹坑间隔)，均衡器16由有限脉冲响应滤波器(FIR)构成。

25 如果由3T电平误差检测器18检测的误差值为正值，则滤波器系数调节器20确定最小凹坑电平大于参考值。在此情况下，滤波器系数调节器20向均衡器16提供滤波器系数 W_{k+1} ，对该系数进行调节以减小滤波器系数 K_b 并增大滤波器系数 K_a ，从而减小从均衡器16输出的最小凹坑电平。相反，如果由3T电平误差检测器18检测的误差值为负值，则滤波器系数调节器20确定最小凹坑电平小于参考值。结果，滤波器系数调节器20向均衡器16提供滤波器系数 W_{k+1} ，对该系数进行调节以增大滤波器系数 K_b 并减小滤波器系数 K_a ，从而增大从均衡器16输出的最小凹坑电平。以上述方式将最小凹坑

30

电平调节到适当的电平，以提高维特比检测器 22 的性能。

图 2 示出了均衡器 16 的结构。在图 1 和 2 中， x_k 表示输入到均衡器 16 的数据， y_k 表示从均衡器 16 输出的数据，而 W_{k+1} 表示在系数适配之后用于均衡器 16 的滤波器系数。参考标号 30、32、34、36、38、40、42 和 44 表示延迟器，参考标号 46、48 和 50 表示系数乘法器，并且参考标号 52 表示加法器。

利用常规均衡器的结构，很难检测最小凹坑电平，并且电平误差检测受到限制，因为仅使用了最小凹坑的中间电平。因此，很难期望再现性能的很大改善。此外，即使发生了散焦，常规均衡器中的系数适配也能通过调节滤波器系数来保证再现性能的改善。然而，当均衡器由于切向倾斜(tangential tilting)而非对称地变化时，常规均衡器便不能被采用。

为了解决上述问题，本发明的第一个目的是提供一种具有改善的性能的数据再现设备和方法，可被用于比如光盘的记录介质。

本发明的第二个目的是提供一种具有改善的性能的数据再现设备和方法，该设备和方法选择用于均衡器的滤波器系数，以使电平误差最小化。

本发明的第三个目的是提供一种具有改善的性能的数据再现设备和方法，该设备和方法自适应地选择用于均衡器的滤波器系数，以使电平误差最小化。

本发明的第四个目的是提供一种数据再现设备和方法，该设备和方法能够按照滤波器系数的变化监视伺服状态，比如切向倾斜方向，或者散焦状态。

本发明的第五个目的是提供一种具有改善的性能的数据再现设备和方法，该设备和方法按照滤波器系数的变化，结合考虑切向倾斜方向或散焦状态等伺服状态，自适应地选择用于均衡器的滤波器系数。

按照本发明的一个方面，提供了一种数据再现设备，包括一数据检测器，用于基于部分响应最大似然性(PRML)来检测数据，所述设备包括：一均衡器，包含一数字滤波器；一电平误差检测器，用于根据设置在所述数据检测器中的一参考电平提取所述均衡器的输出值电平，并检测该输出值电平和一预定参考值之间的电平误差；一系数存储体，用于存储所述均衡器的滤波器系数；和一系数选择器，用于从所述系数存储体中选择所述均衡器的滤波器系数，以使所述电平误差最小化。

在另一个实施例中，本发明提供了一种数据再现设备，包括一数据检测

器，用于基于部分响应最大似然性(PRML)来检测数据，所述设备包括：一均衡器，包含一数字滤波器；一电平误差检测器，用于根据设置在所述数据检测器中的一参考电平提取所述均衡器的输出值电平，并检测该输出值电平和一预定参考值之间的电平误差；一系数适配器，用于适配所述均衡器的滤波器系数，以使所述电平误差和目标电平误差之间的差值最小化。

最好，所述数据再现设备还包括一散焦/倾斜检测器，用于通过监视所述均衡器的自适应滤波器系数的变化而检测伺服状态。

按照本发明的另一个方面，提供了一种数据再现方法，能够改善数据检测器的性能，该数据检测器用于基于部分响应最大似然性(PRML)，通过调节一均衡器的滤波器系数，来检测数据，所述均衡器包含一数字滤波器并连接于所述数据检测器之前，所述方法包括下列步骤：(a) 根据设置在所述数据检测器中的一参考电平提取所述均衡器的输出数据电平，并检测该输出数据电平和一预定参考值之间的电平误差；(b) 调节所述均衡器的滤波器系数，以使所述电平误差最小化。

通过参照附图详细描述本发明的优选实施例，本发明的上述目的和优点将变得更明白，其中：

图1示出了常规均衡器的系数适配方法；

图2示出了图1的均衡器的滤波器结构；

图3是按照本发明的数据再现设备的优选实施例框图；

图4是当采用PR(a, b, a)类型的维特比检测器时，使用均衡器输出值的正和负中间电平的误差检测方法的流程图；

图5是当采用PR(a, b, a)或PR(a, b, b, a)类型的维特比检测器时，使用均衡器输出值的正和负最大电平的误差检测方法的流程图；

图6是当采用PR(a, b, b, a)类型的维特比检测器时，使用均衡器输出值的零电平的误差检测方法的流程图；

图7是当采用PR(a, b, b, a)类型的维特比检测器时，使用均衡器输出值的正和负中间电平的误差检测方法的流程图；

图8是用于计算要存储在图3的系数存储体112中的各系数的通道适配模型的框图；

图9是当发生散焦时均衡器的滤波器抽头系数的变化；

图10是当发生切向倾斜时均衡器的滤波器抽头系数的变化；

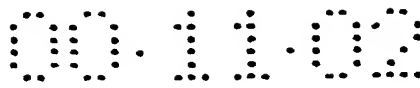


图 11 示出了应用于本发明的数据再现设备的均衡器结构的一个例子；

图 12A 到 12C 示出了当滤波器系数按照本发明而适配，以及当它们不适配时，电平误差相对于切向倾斜角度的变化；

图 13 示出了当发生 0.5° 的切向倾斜时使用适配的滤波器系数的效果；

5 图 14 示出了当发生 $60\mu\text{m}$ 的散焦时使用适配的滤波器系数的效果；

图 15 是按照本发明的数据再现设备的另一个实施例的框图；

图 16 是按照本发明的数据再现设备的再一个实施例的框图，该设备能够检测散焦/切向倾斜；

图 17A 到 17C 示出了均衡器的滤波器抽头系数相对于散焦程度的变化；

10 图 18A 到 18C 示出了均衡器的滤波器抽头系数相对于切向倾斜角度的变化；和

图 19 示出了通过图 16 所示的散焦/倾斜检测器进行散焦或倾斜检测的流程图。

按照本发明的数据再现设备的一个优选实施例示于图 3。在图 3 中，模拟到数字转换器(ADC)100、非对称补偿器 102、加法器 104、均衡器 106 和维特比检测器 114 与图 1 所示的相同。因此，此处不再重复对那些单元操作的描述。维特比检测器 114 是基于部分响应最大似然性(PRML)的数据检测器。

例如，如果维特比检测器 114 是 PR(a, b, a) 类型，则电平误差检测器 108 具有用于正和负中间和最大电平的预定参考值。电平误差检测器 108 通过将要参照图 4 和 5 描述的检测方法从输入信号 y_k 中检测正和负中间和最大电平，并输出相对于各相应参考值的对于每个检测电平的电平误差 e_k 。如果维特比检测器 114 是 PR(a, b, b, a) 类型，则电平误差检测器 108 具有用于正和负中间和最大电平以及零电平的预定参考值。电平误差检测器 108 通过将要参照图 5、6 和 7 描述的检测方法从输入信号 y_k 中检测那些电平，并输出相对于各相应参考值的对于每个检测电平的电平误差 e_k 。系数存储体 112 存储用于均衡器 106 的多个系数值，按照系数选择器 110 的选择而输出系数值 W_{k+1} ，作为用于均衡器 106 的滤波器抽头系数值。

当从一控制器(未示出)或伺服单元(未示出)输入系数变化请求信号时，系数选择器 110 选择存储在系数存储体 112 中的系数，并改变均衡器 106 的抽头滤波器系数。系数选择器 110 检验从电平误差检测器 108 输出的电平误

差 e_k ，并将具有最小电平误差的系数设置为用于均衡器 106 的最终滤波器抽头系数。

在下文中，将描述由电平误差检测器 108 检测电平误差 e_k 的方法，该电平误差检测器 108 具有从输入信号 y_k 中提取的各种电平。图 4 是说明当采用 PR(a, b, a) 类型的维特比检测器时，利用从均衡器 106 的输出信号 y_k 中提取的正和负中间电平的误差检测方法的优选实施例的框图。

在步骤 S101，确定两个连续取样数据 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 的乘积是否小于 0。如果是，则确定两个连续取样数据中的哪一个，例如 $y(t+n-1)$ ，大于 0 (步骤 S102)。大于 0 的一个取样数据被确定为正中间电平，而小于 0 的另一个取样数据被确定为负中间电平。也就是说，如果在步骤 S103 中确定 $y(t+n-1)$ 大于 0，则 $y(t+n-1)$ 被确定为正中间电平，而 $y(t+n)$ 被确定为负中间电平 (步骤 S103)。接下来，检测相应于正中间电平即数据 $y(t+n-1)$ 的值和相应参考值之间的差值的电平误差、以及相应于相应参考值和负中间电平即数据 $y(t+n)$ 的值之间的差值的电平误差 (步骤 S104)。

如果在步骤 S102 中确定取样数据 $y(t+n-1)$ 小于 0，则 $y(t+n-1)$ 被确定为负中间电平，而 $y(t+n)$ 被确定为正中间电平 (步骤 S105)。接下来，在步骤 S106 中，检测相应于负中间电平即数据 $y(t+n-1)$ 的值和相应参考值之间的差值的电平误差、以及相应于相应参考值和正中间电平即数据 $y(t+n)$ 的值之间的差值的电平误差。如果取样数据 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 的乘积不小于 0，或者在完成步骤 S104 和 S106 之后，重复步骤 S101 到 S106，以确定用于下一次取样的正和负中间电平。

图 5 是说明当采用 PR(a, b, a) 或 PR(a, b, b, a) 类型的维特比检测器时，使用从均衡器 106 的输出信号 y_k 中提取的正和负最大电平的误差检测方法的一个优选实施例的流程图。

确定是否所有 3 个连续取样数据 $y(t+n-2)$ 、 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 大于一阈值 Th (步骤 S201)。如果是，则将中间取样数据 $y(t+n-1)$ 确定为正最大电平 (步骤 S202)。接下来，检测相应于该正最大电平即 $y(t+n-1)$ 的值和相应参考值之间的差值的电平误差 (步骤 S203)。

在步骤 S201，如果取样数据 $y(t+n-2)$ 、 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 中的任一个小于阈值 Th ，则确定是否所有 3 个取样数据 $y(t+n-2)$ 、 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 都小于阈值 Th (步骤 S204)。如果是，则将中间取样数据 $y(t+n-1)$ 确定为负最大电平 (步

步骤 S205)。接下来, 检测相应于该负最大电平即 $y(t+n-1)$ 的值和相应参考值之间的差值的电平误差(步骤 S206)。

在步骤 S204 中, 如果连续取样数据 $y(t+n-2)$ 、 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 中的至少一个不小于阈值 Th , 或者在完成步骤 S203 和 S206 之后, 重复步骤 S201 到 S206, 以确定用于下一次取样的正和负最大电平(步骤 S207)。

图 6 是说明当采用 PR(a, b, b, a) 类型的维特比检测器时, 使用从均衡器 106 的输出信号 y_k 中提取的零电平的误差检测方法的一个优选实施例的流程图。

首先, 确定连续取样数据 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 的乘积是否小于或等于 0 (步骤 S301)。然后, 比较取样数据 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 的绝对值(步骤 S302)。如果前一个取样数据 $y(t+n-1)$ 的绝对值小于或等于另一个取样数据 $y(t+n)$ 的绝对值, 则将取样数据 $y(t+n-1)$ 确定为零电平(步骤 S303)。然后, 检测相应于数据值 $y(t+n-1)$ 和一参考值之间的差值的电平误差(步骤 S304)。如果在步骤 S302 中确定取样数据 $y(t+n)$ 的绝对值小于前一个取样数据 $y(t+n-1)$ 的绝对值, 则将取样数据 $y(t+n)$ 确定为零电平(步骤 S305)。然后, 检测相应于取样数据 $y(t+n)$ 和参考值之间的差值的电平误差(步骤 S306)。如果两个取样数据 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n)$ 的乘积大于 0, 或者如果步骤 S304 或 S306 完成了, 则重复步骤 S301 到 S306, 以确定用于下一次取样的零电平。

图 7 是当采用 PR(a, b, b, a) 类型的维特比检测器时, 使用从均衡器 106 的输出信号 y_k 中提取的值的正和负最小电平的误差检测方法的一个优选实施例的流程图。

确定两个连续取样数据 $y(t+n-2)$ 和 $y(t+n-1)$ 的乘积是否小于或等于 0 (步骤 S401)。如果是, 则比较取样数据 $y(t+n-2)$ 和 $y(t+n-1)$ 的绝对值(步骤 S402)。单独确定数据值 $y(t+n-1)$ 是否大于 0 以及 $y(t+n-2)$ 是否大于 0。如果取样数据大于 0, 则将该取样数据确定为正中间电平。如果取样数据小于 0, 则将该取样数据确定为负中间电平。

具体讲, 如果后一个取样数据 $y(t+n-1)$ 的绝对值大于前一个取样数据 $y(t+n-2)$ 的绝对值(步骤 S402), 并且, 如果取样数据 $y(t+n-1)$ 的数据值大于 0 (步骤 S403), 则将取样数据 $y(t+n-1)$ 确定为正中间电平, 而将取样数据 $y(t+n-2)$ 的前一个取样数据 $y(t+n-3)$ 确定为负中间电平(步骤 S404)。然后, 检测相应于该正中间电平即 $y(t+n-1)$ 和一参考值之间的差值的电平误差、以及该负中

间电平即 $y(t+n-3)$ 和一参考值之间的差值的误差电平(步骤 S405)。

如果在步骤 S403 中确定取样数据 $y(t+n-1)$ 的数据值不大于 0, 则将取样数据 $y(t+n-1)$ 确定为负中间电平, 并且将取样数据 $y(t+n-2)$ 的前一个取样数据 $y(t+n-3)$ 确定为正中间电平(步骤 S406)。然后, 检测用于该负和正中间电平 $y(t+n-1)$ 和 $y(t+n-3)$ 的电平误差, 其相应于该负和正中间电平与相应参考值之间的差值(步骤 S407)。

如果在步骤 S402 中确定前一个取样数据 $y(t+n-2)$ 的绝对值大于或等于取样数据 $y(t+n-1)$ 的绝对值, 并且, 如果取样数据 $y(t+n-2)$ 的数据值大于 0(步骤 S408), 则将取样数据 $y(t+n-2)$ 确定为正中间电平, 而将取样数据 $y(t+n-1)$ 之后的取样数据 $y(t+n)$ 确定为负中间电平(步骤 S409)。然后, 检测用于该正和负中间电平 $y(t+n-2)$ 和 $y(t+n)$ 的电平误差, 其相应于取样数据 $y(t+n-2)$ 和 $y(t+n)$ 与相应参考值之间的差值(步骤 S410)。

如果在步骤 S408 中确定取样数据 $y(t+n-2)$ 的数据值不大于 0, 则将取样数据 $y(t+n-2)$ 确定为负中间电平, 而将取样数据 $y(t+n-1)$ 之后的取样数据 $y(t+n)$ 确定为正中间电平(步骤 S411)。然后, 检测用于该负和正中间电平 $y(t+n-2)$ 和 $y(t+n)$ 的电平误差, 其相应于取样数据 $y(t+n-2)$ 和 $y(t+n)$ 与相应参考值之间的差值(步骤 S412)。

如果在步骤 S401 中确定两个取样数据 $y(t+n-2)$ 和 $y(t+n-1)$ 的乘积大于 0, 或者如果完成了步骤 S405、S407、S410 或 S412, 则重复步骤 S401 到 S412, 以检测用于下一次取样的正和负中间电平(步骤 S413)。

图 8 是用于计算要存储在图 3 的系数存储体 112 中的各系数的通道适配模型的框图。

假定当散焦或倾斜发生时一通道模型是调制传递函数(modulation transfer function, MTF)通道, 通过该通道产生的射频(RF)信号为 x , 并且均衡器 106 的输出为 y , 如图 8 所示的系数存储体 112 的系数适配器输出一系数 W_{eq} , 该系数使得通过 PR 模型例如 $PR(a, b, a)$ 或 $PR(a, b, b, a)$ 而不通过 MTF 通道的一初始非回零反相(non-return zero inversion, NRZI)信号收敛为零。这里, PR 模型指所使用的维特比解码器 114 的类型。图 8 所示的系数存储体的各组成块是通过软件而不是通过硬件来实现的。

这种对系数 W_{eq} 的提取可以在有限的情况执行, 例如, 当散焦程度为 $15\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $45\mu\text{m}$ 或 $60\mu\text{m}$ 时, 或者当切向倾斜角度为 0.125° 、 0.25° 、 0.375°

或 0.5° 时，然后，获得的系数可以存储在系数存储体 112 中。

当散焦程度在 $15\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $45\mu\text{m}$ 和 $60\mu\text{m}$ 变化时，均衡器(7-抽头)106 的抽头系数在图 9 中相对于抽头数目而示出，这些抽头系数是通过应用如图 8 所示的方法得到的。当切向倾斜角度为 0.125° 、 0.25° 、 0.375° 和 0.5° 时，
5 均衡器(7-抽头)106 的抽头系数在图 10 中相对于抽头数目而示出，这些抽头系数是通过图 8 所示的方法得到的。

由 7-抽头 FIR 滤波器构成的均衡器的结构示于图 11。7-抽头 FIR 滤波器的特征在于每个抽头系数可分别和非对称地设置在中心抽头 K_d 的周围。在图 11 中， x_k 表示均衡器 106 的输入数据， y_k 表示均衡器 106 的输出数据，
10 并且 W_{k+1} 表示在适配之后均衡器 106 的系数。参考标号 120、122、124、126、128 和 130 表示延迟器，参考标号 132、134、136、138、140、142 和 144 表示乘法器，并且参考标号 146 表示一加法器。

图 12A 到 12C 比较性地示出电平误差相对于当均衡器的抽头系数如图 10 所示固定并适配时切向倾斜角度的变化。这里，使用了 PR(1, 2, 1) 类型的
15 维特比检测器。在使用适配系数的情况下，尽管切向倾斜角度增加到 0.5° ，电平误差的变化比使用固定系数时的变化小很多。此外，当分别使用固定和适配的系数时电平误差幅度的差值以更大切向倾斜角度增加。

具体讲，图 12A 示出了当适配和固定均衡器的抽头系数时中间电平误差相对于切向倾斜角度的变化。图 12B 示出了当适配和固定均衡器的抽头系
20 数时最大电平误差相对于切向倾斜角度的变化。图 12C 示出了当适配和固定均衡器的抽头系数时中间和最大电平误差的和相对于切向倾斜角度的变化。

图 13 和 14 示出了当发生 0.5° 的切向倾斜角度或 $60\mu\text{m}$ 的散焦程度时，可通过使用适配的系数使从维特比解码器输出的再现信号的比特错误率(bit error rate, BER)比使用固定系数时减少很多。

具体讲，图 13 示出了与使用固定系数的情况相比，当发生了 0.5° 的切向倾斜时，将适配系数使用于再现信号的错误率的效果。图 14 示出了与使用
25 固定系数的情况相比，当发生了 $60\mu\text{m}$ 的散焦时，将适配系数使用于再现信号的错误率的效果。

按照本发明的数据再现设备的另一个实施例示于图 15。如图 15 所示，
30 数据再现设备包括 ADC 200、非对称补偿器 202、加法器 204、均衡器 206 和维特比检测器 212。这些单元与图 3 所示的那些单元相同，因此这里不再

重复描述它们的结构。

假定目标电平值为 t_k ，从电平误差检测器 208 输出的误差值 e_k 是通过从目标电平值 t_k 中减去如图 4 到 7 检测的电平值 y_k 而得到的，其表示为 $e_k = t_k - y_k$ 。如图 11 所示，均衡器 206 的滤波器系数是通过系数适配器 210 的适配而得到的，使用等式 1 来使误差值 e_k 最小化。

$$W_{k+1} = W_k + 2\mu \cdot e_k \cdot x_k \quad \cdots(1)$$

其中 W_{k+1} 表示适配之后均衡器的滤波器系数， W_k 表示适配之前均衡器的滤波器系数， μ 是与均衡率有关的系数(本实施例中为 0.001)， e_k 表示电平误差，并且表示在非对称校正之后的 RF 信号。

图 16 示出按照本发明的数据再现设备的再一个实施例，该设备还具有散焦/倾斜检测功能。该实施例和图 15 所示结构之间的唯一差别是其还包括散焦/倾斜检测器 314。因此，下面仅参照图 17A 到 17C 和图 18A 到 18C 以及图 19 所示的抽头系数变化曲线描述散焦/倾斜检测器 314 的操作。

如图 17A 到 17C 所示，当发生了散焦时，均衡器 306 的中心抽头系数 K_d 几乎不变化，而分别处在中心抽头系数 K_d 左和右边的两个抽头系数 K_c 和 K_e 都趋向于增加。图 17A 到 17C 分别示出了左抽头系数 K_c 、中心抽头系数 K_d 和右抽头系数 K_e 按照散焦程度的变化。因此，当检测到左抽头系数 K_c 和右抽头系数 K_e 增加时，散焦/倾斜检测器 314 输出散焦信号。

同时，当发生切向倾斜时，均衡器 306 的滤波器系数如图 18A 到 18C 所示地变化。左和右抽头系数 K_c 和 K_e 在中心抽头系数 K_d 周围表现出相反的趋向，即，如果左和右抽头系数 K_c 和 K_e 中的一个增加，则另一个抽头系数减小，切向倾斜的方向可以推断出。图 18A 到 18C 分别示出了左抽头系数 K_c 、中心抽头系数 K_d 和右抽头系数 K_e 按照切向倾斜角度的变化。因此，通过检测中心抽头系数 K_d 周围的哪个抽头系数即 K_c 或 K_e 增加或减小，散焦/倾斜检测器 314 输出一切向倾斜信号 t_tilt_r 或 t_tilt_l 。这里，信号 t_tilt_r 表示记录介质在拾取器的移动方向上倾斜，而信号 t_tilt_l 表示该记录介质在相反方向倾斜。

图 19 是说明由图 16 所示的散焦/倾斜检测器进行的散焦或倾斜检测。参照图 19，散焦/倾斜检测器的操作从接收伺服异常信号开始(S501)。尽管在图 19 中没有示出，但可由系统微控制器从伺服单元或拾取单元中直接检测该伺服异常信号。

接下来，确定中心抽头系数 K_d 左侧的滤波器系数 K_e 是否增加(S502)。如果左侧滤波器系数 K_e 增加，则确定中心抽头系数 K_d 右侧的滤波器系数 K_e 是否增加(S503)。如果左和右侧滤波器系数 K_e 和 K_e 都增加，则输出散焦信号(S504)。如果在步骤 S503 中确定滤波器系数 K_e 不增加，则确定滤波器系数 K_e 是否减小。如果滤波器系数 K_e 增加，而滤波器系数 K_e 减小，则输出切向倾斜信号 t_tilt_l 或 t_tilt_r (S506)。

如果在步骤 S502 中确定滤波器系数 K_e 不增加，则确定滤波器系数 K_e 是否减小(S507)。如果滤波器系数 K_e 减小，则确定滤波器系数 K_e 是否增加(S508)。如果滤波器系数 K_e 减小，而滤波器系数 K_e 增加，也输出切向倾斜信号 t_tilt_r 或 t_tilt_l (S509)。

如前面所提到的，对连接于维特比检测器前面的均衡器的滤波器系数进行选择，以使输入到维特比检测器的电平误差最小化，从而改善再现性能。

电平误差是通过按照 PR 类型的维特比检测器来适配均衡器的滤波器系数来检测的，以使电平误差最小，再现性能提高。

此外，可从均衡器的滤波器系数的变化中推断出伺服状态。换言之，可检测出是否发生散焦或切向倾斜，以及切向倾斜的方向。因此，当由于散焦或倾斜而发生数据抖动时，可通过调节均衡器的滤波器系数来改善数据的错误率。

尽管已参照本发明的优选实施例特别图示和描述了本发明，但本领域技术人员应当理解，在不偏离由所附权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下，可对本发明进行许多形式和细节上的改变。

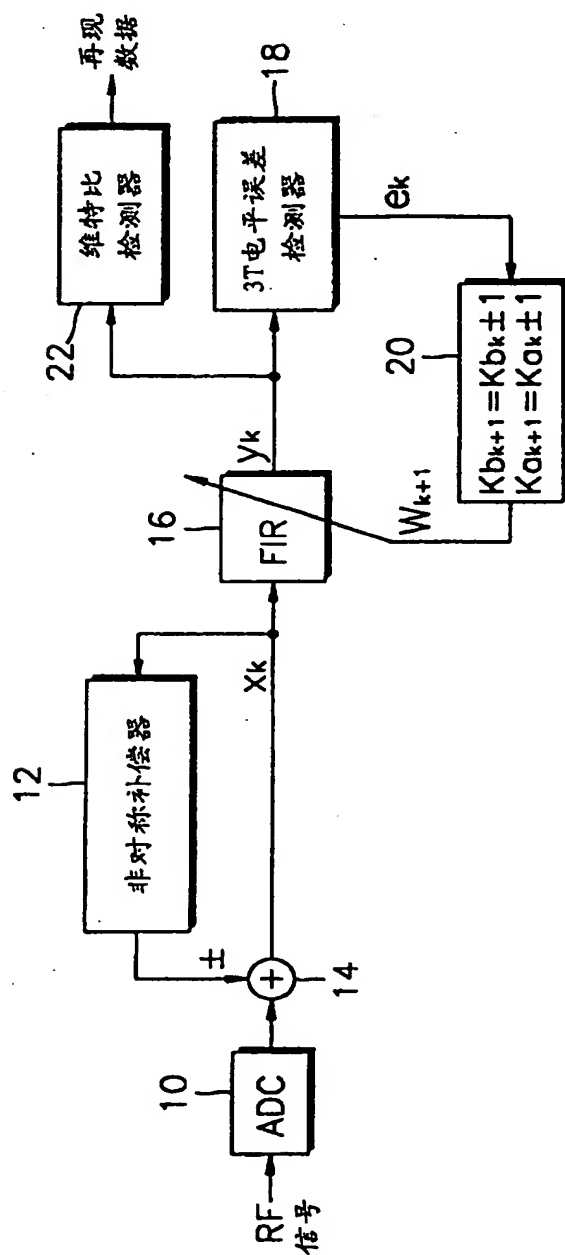


图 1

00.11.02

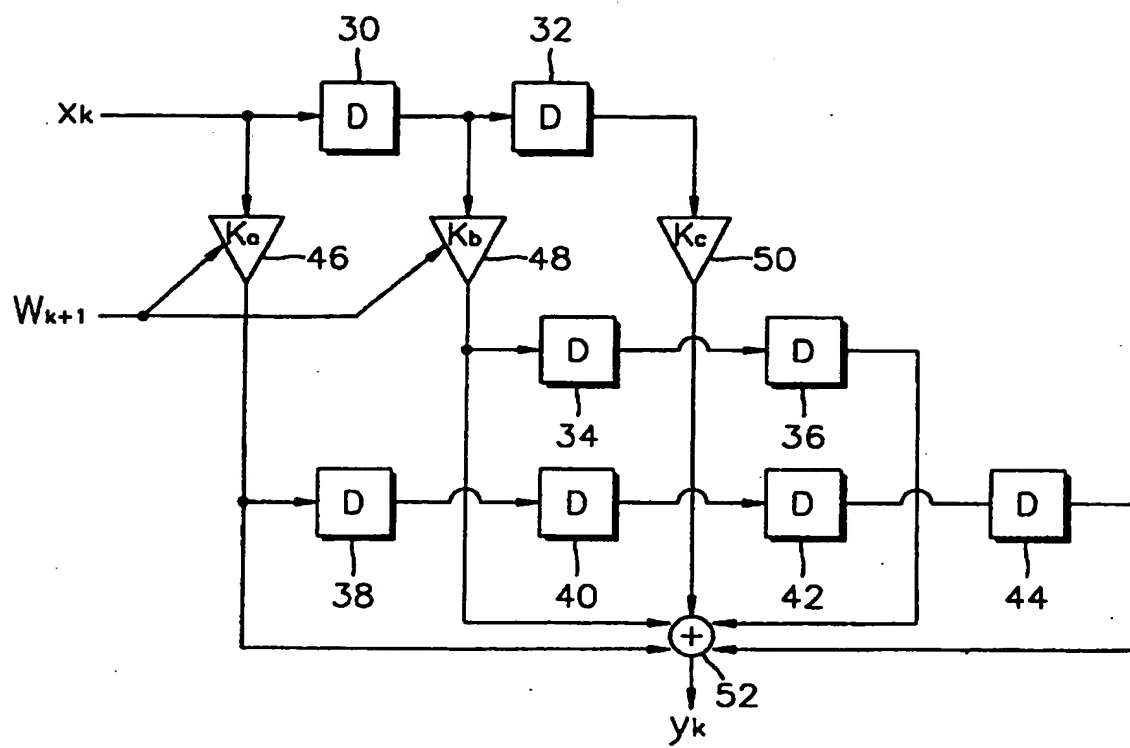


图 2

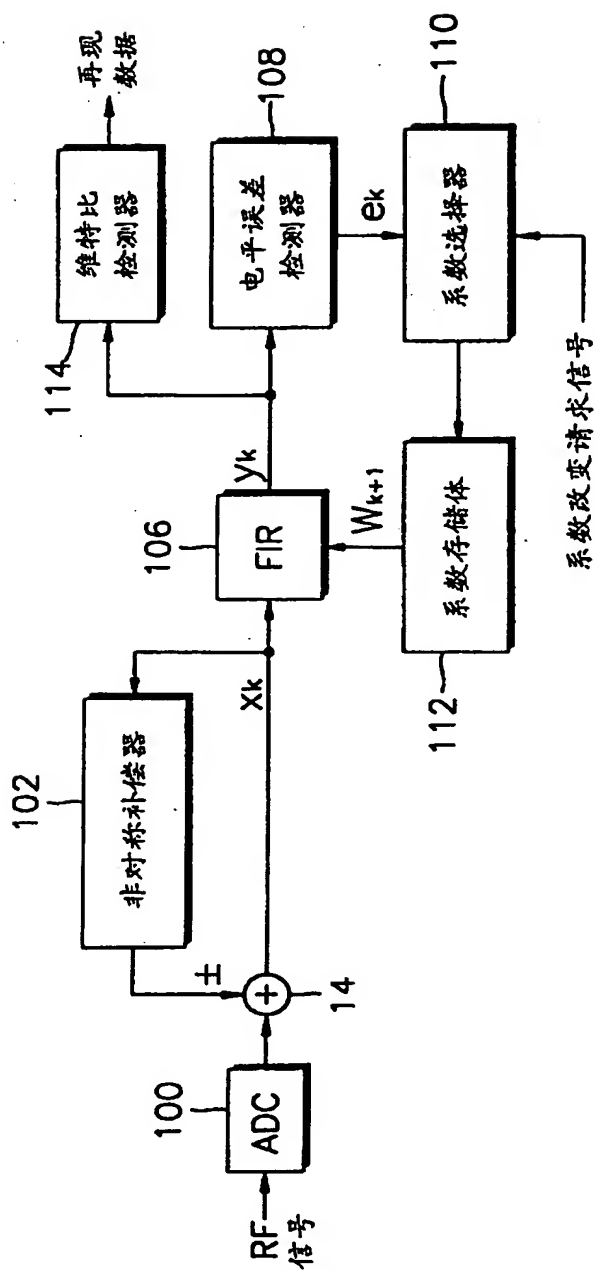


图 3

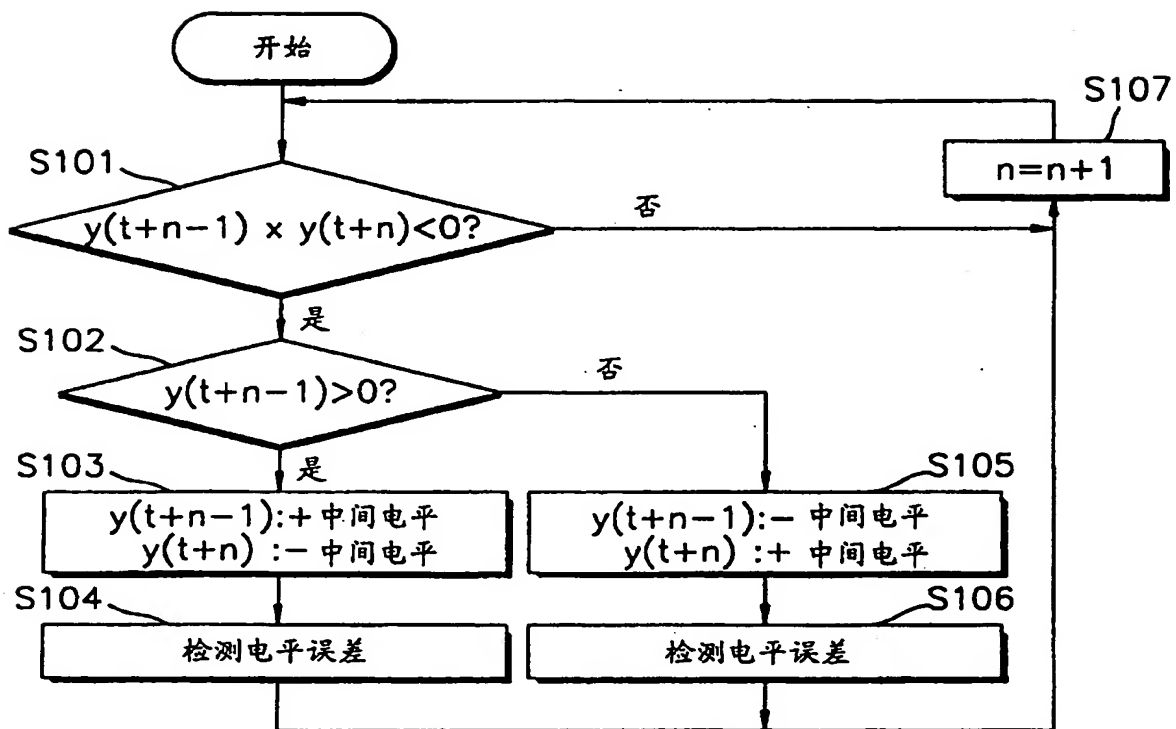


图 4

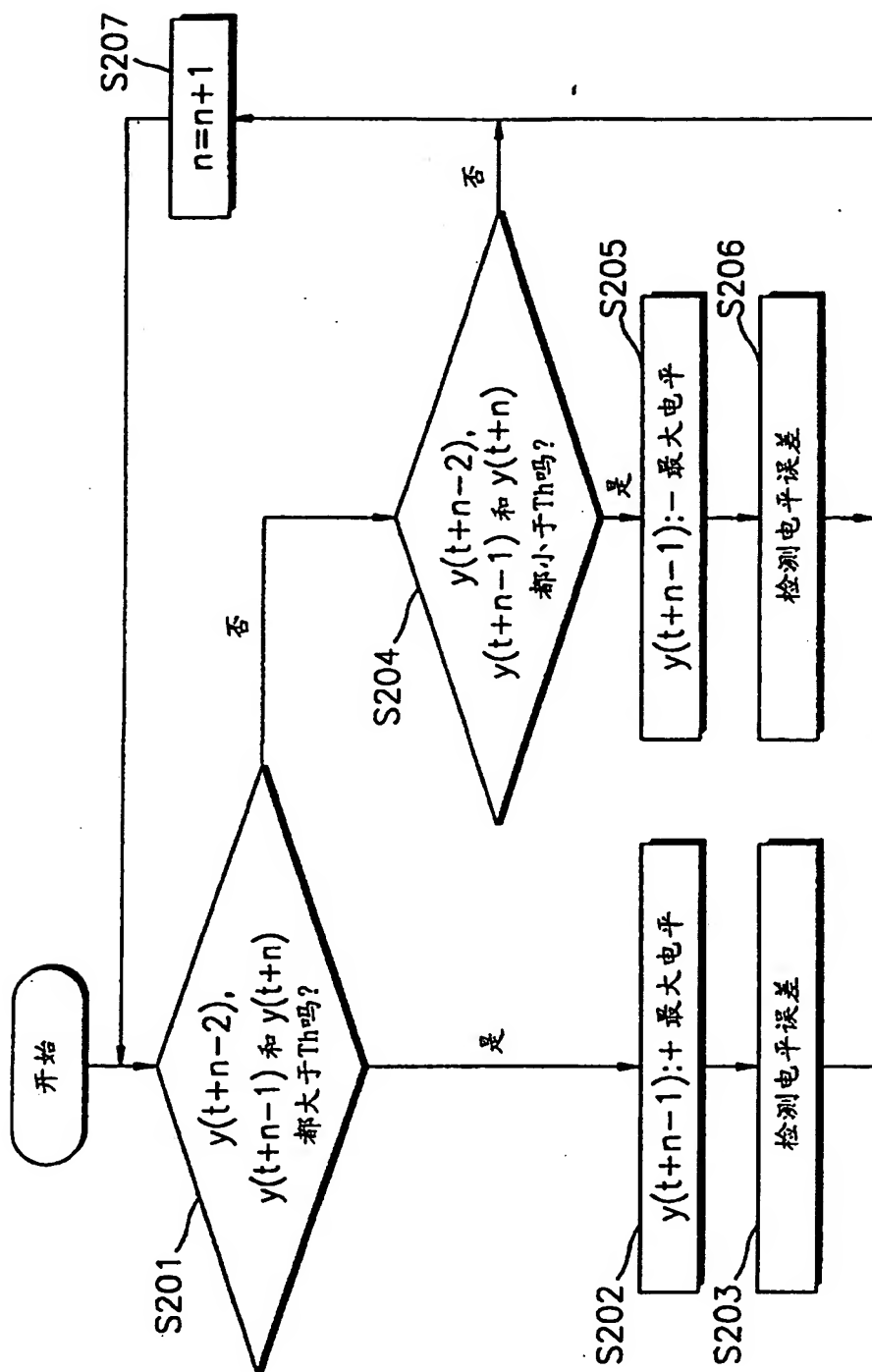


图 5

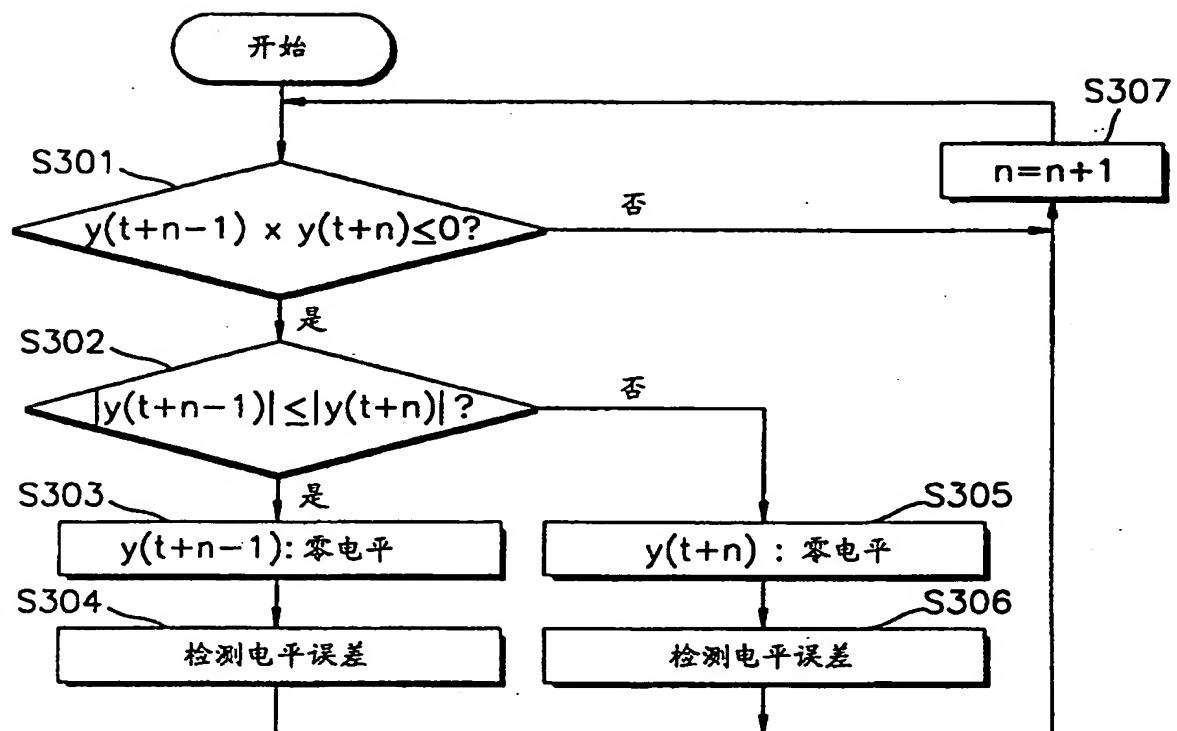


图 6

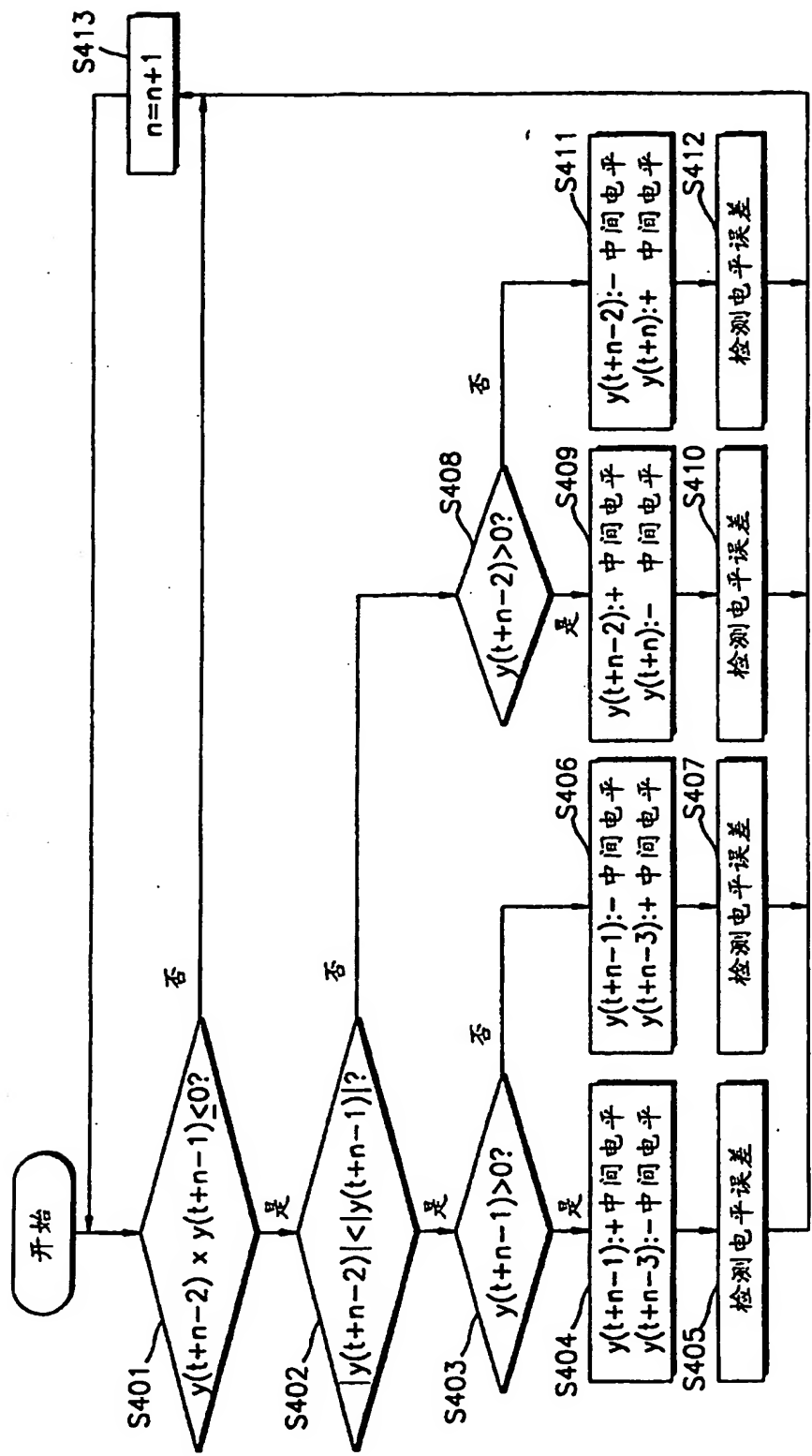


图 7

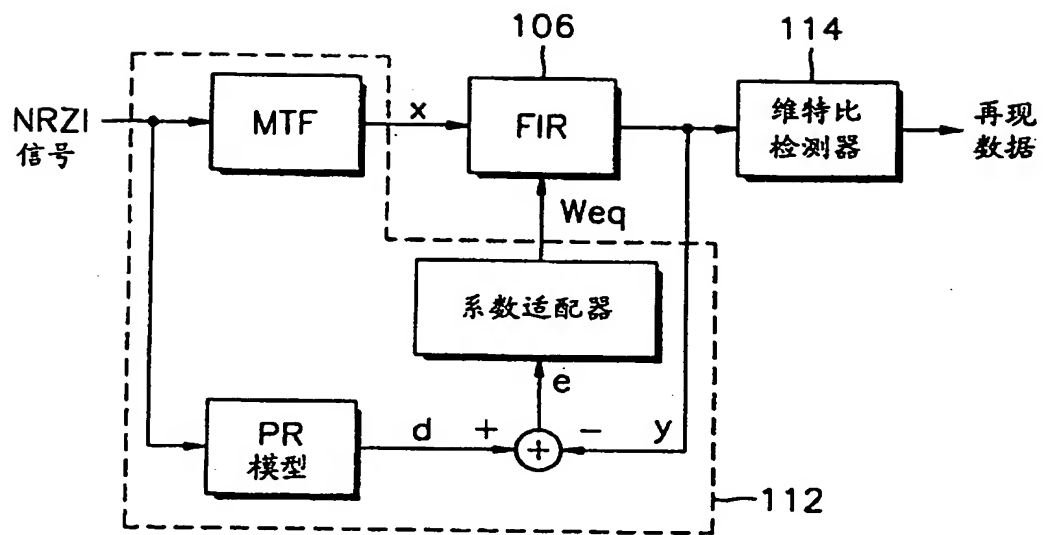


图 8

00:11:02

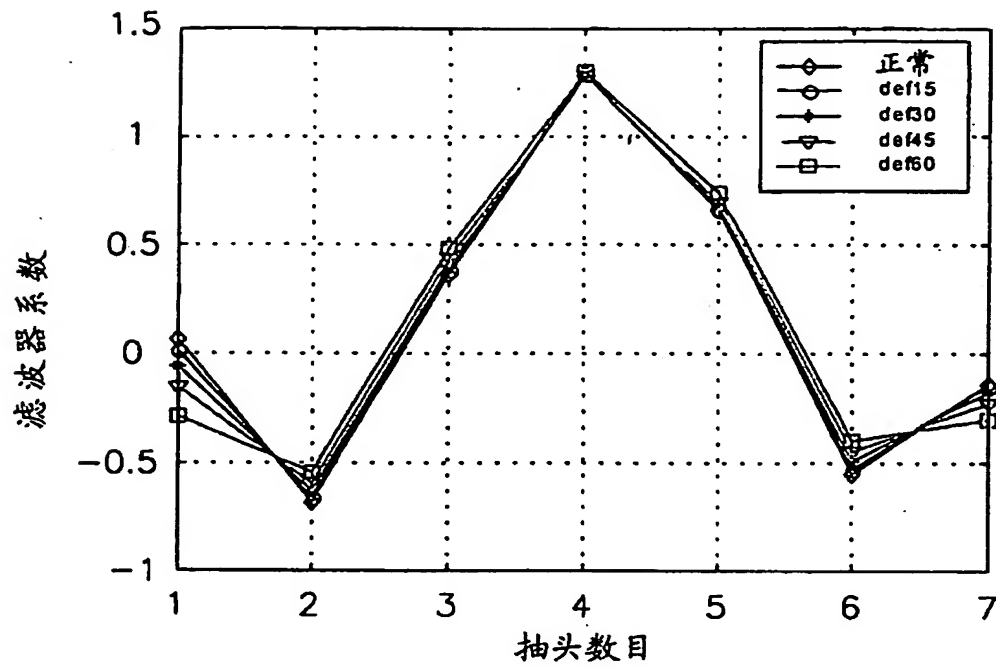


图 9

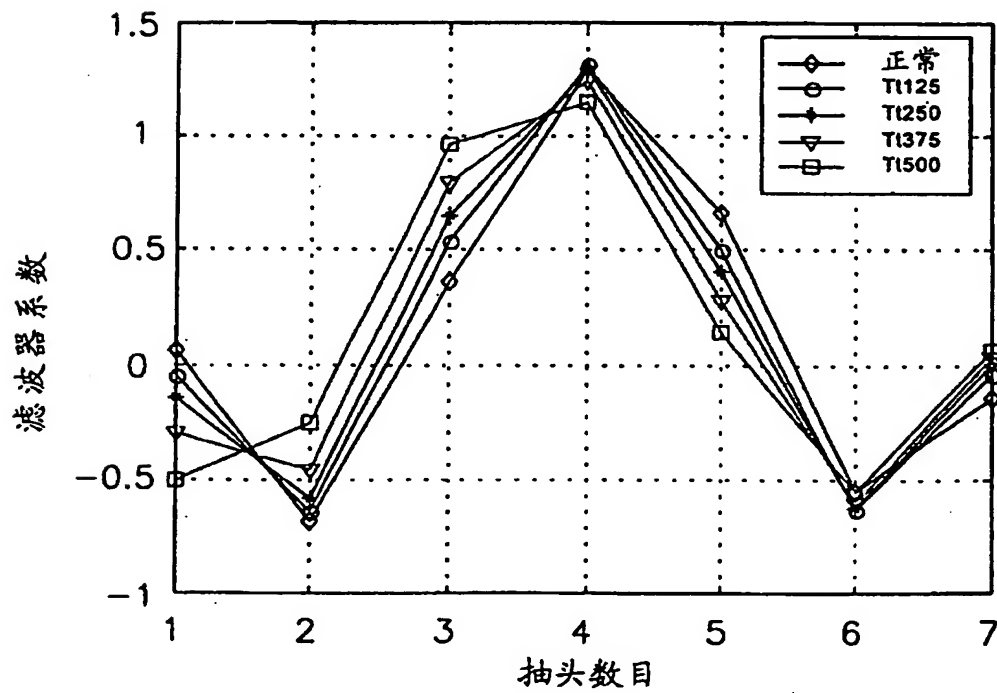


图 10

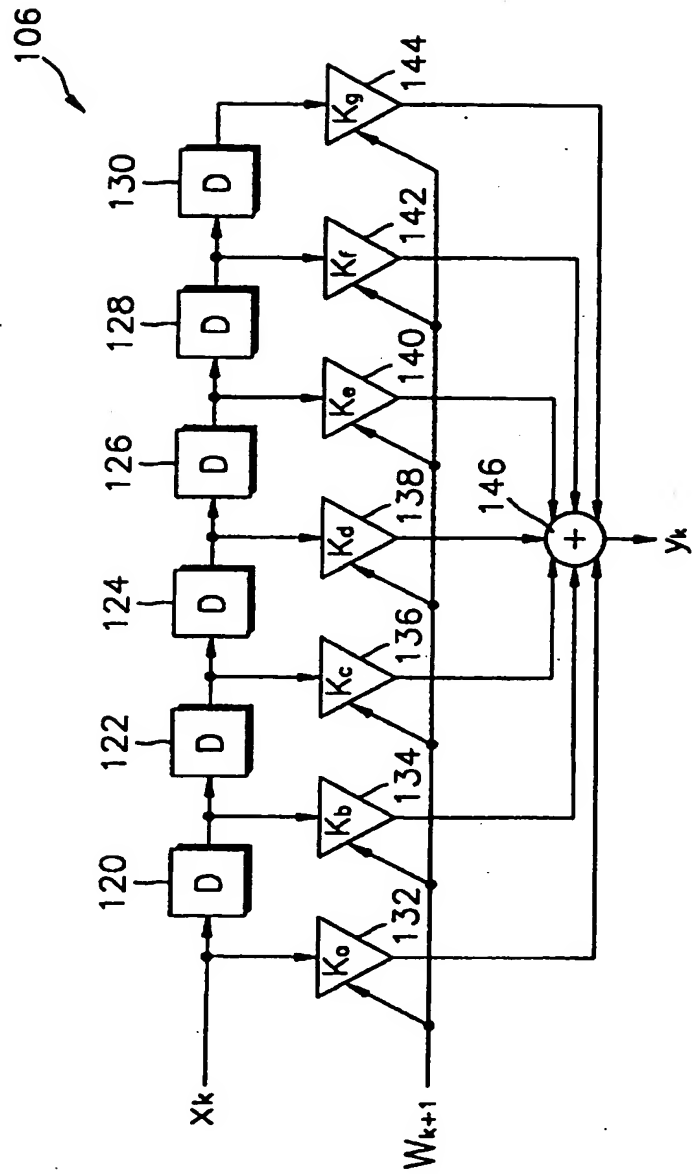


图 11

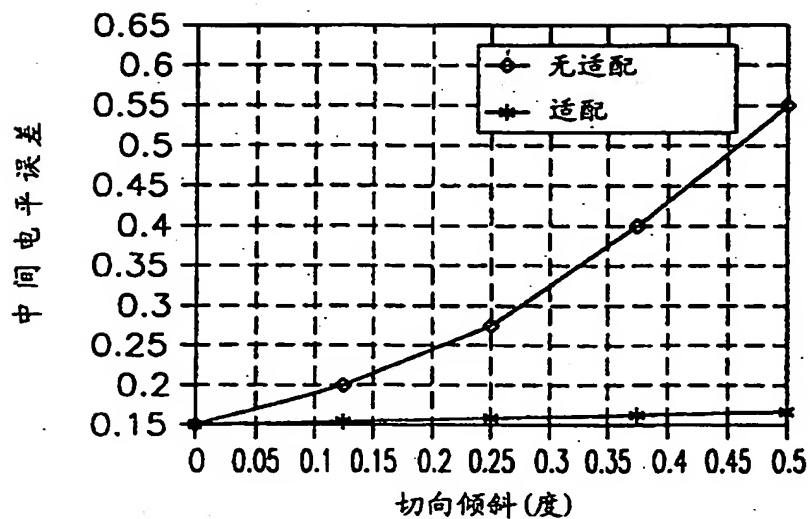


图 12A

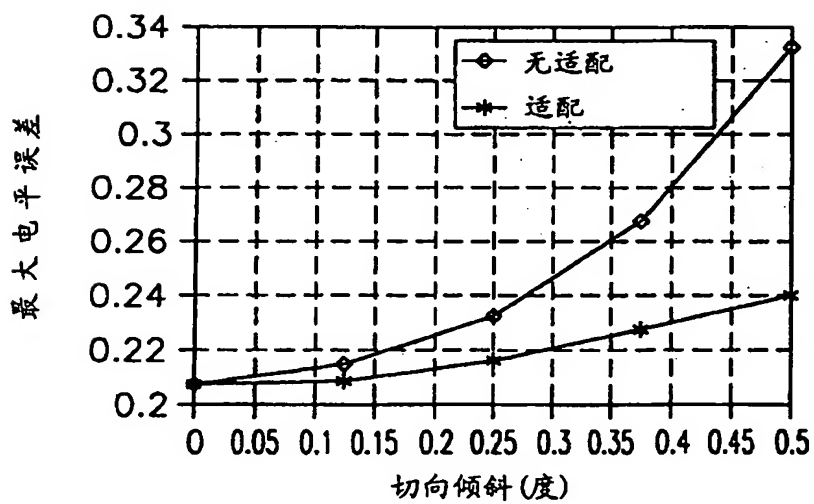


图 12B

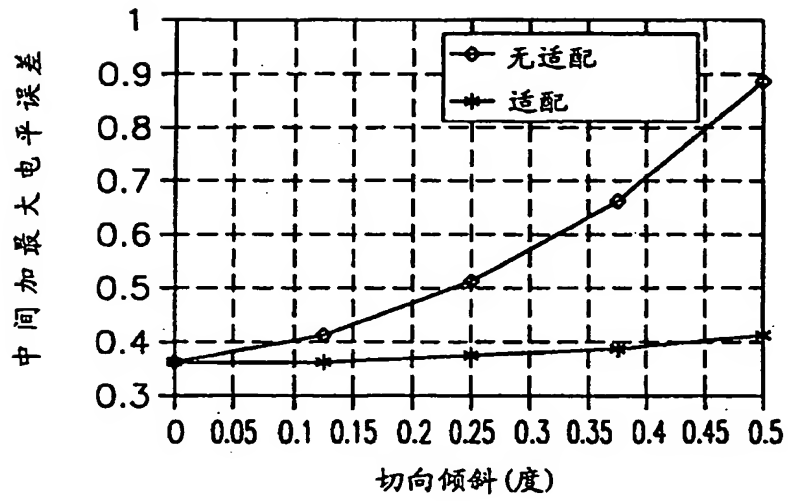


图 12C

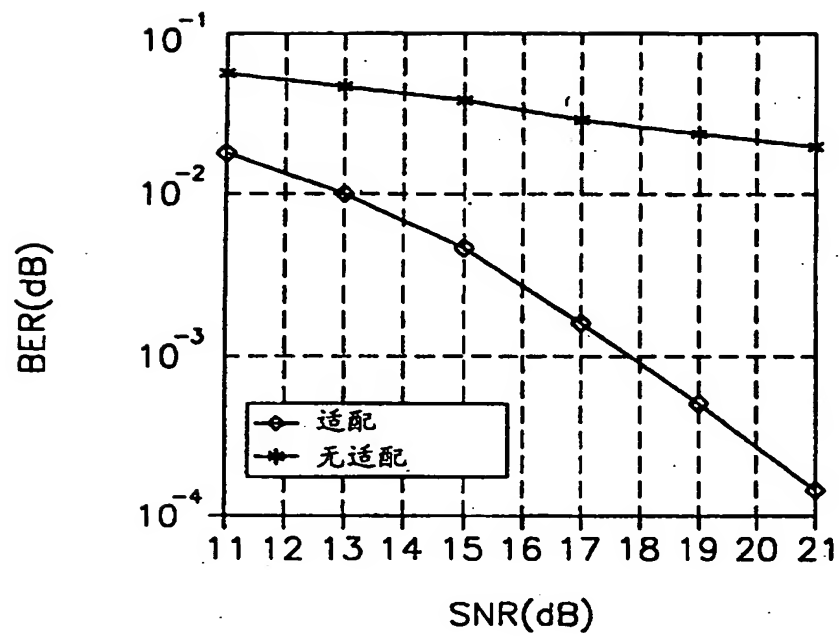


图 13

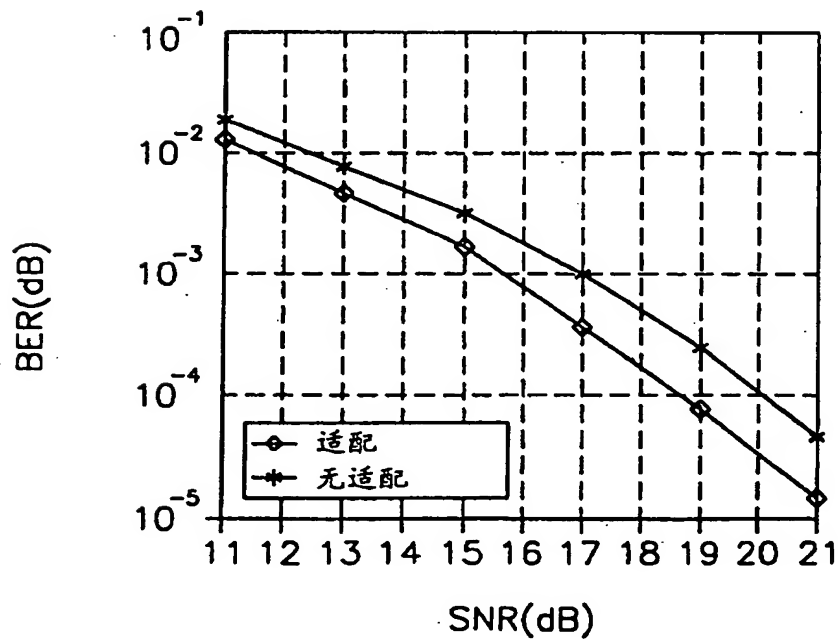


图 14

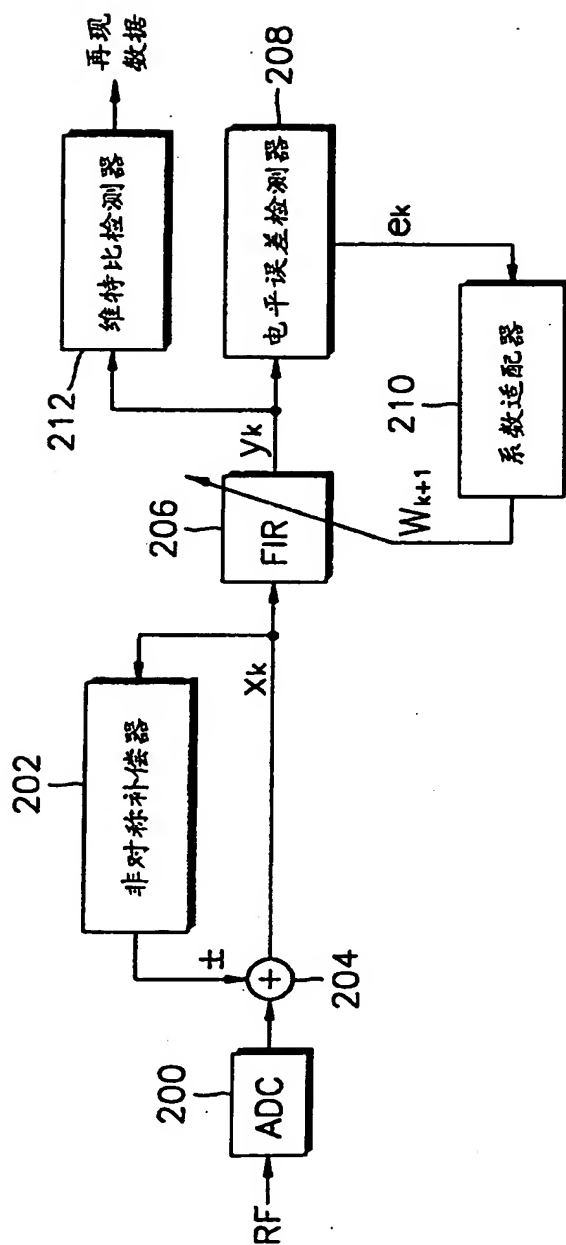


图 15

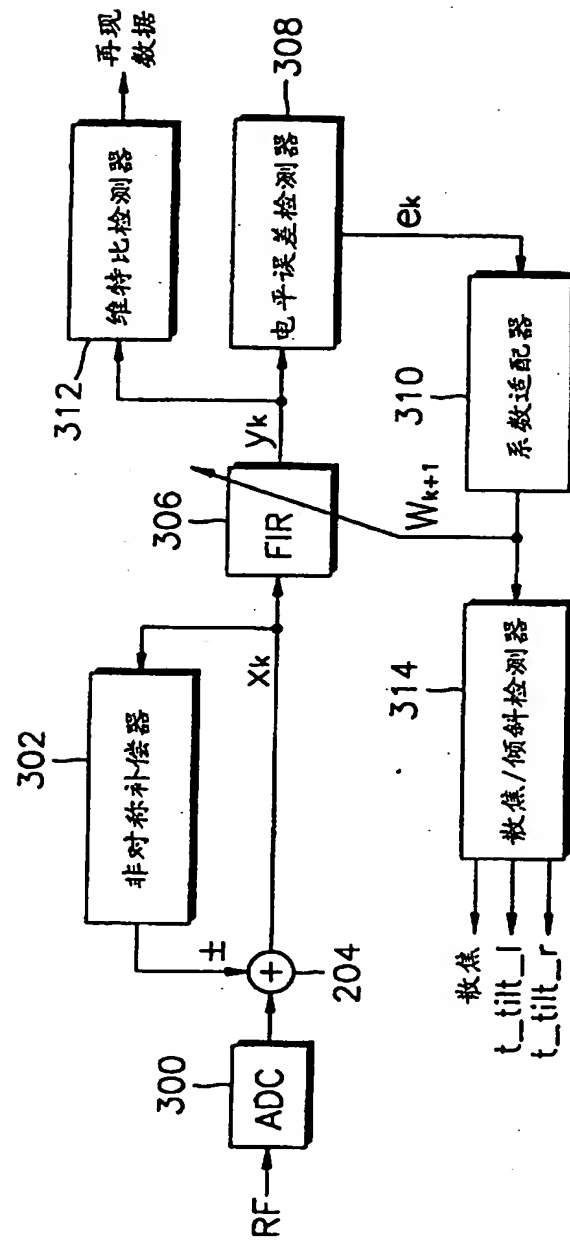


图 16

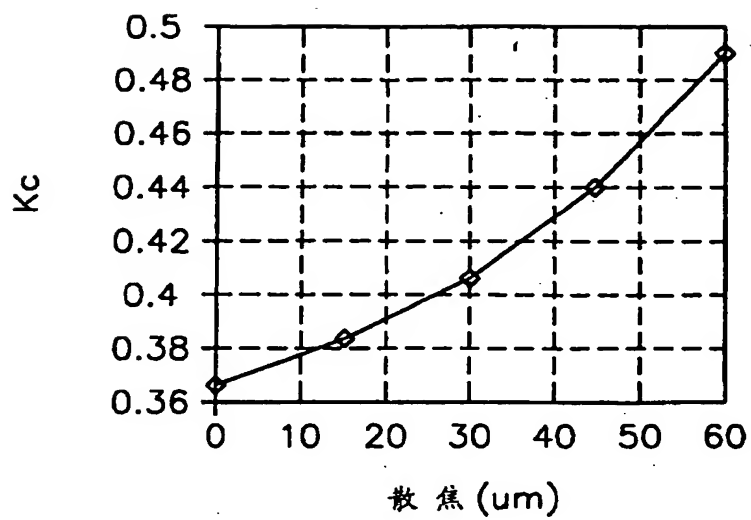


图 17A

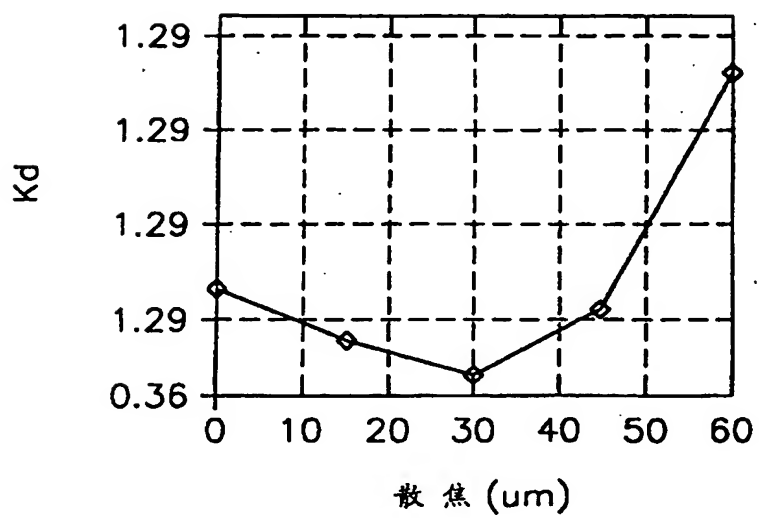


图 17B

00.11.02

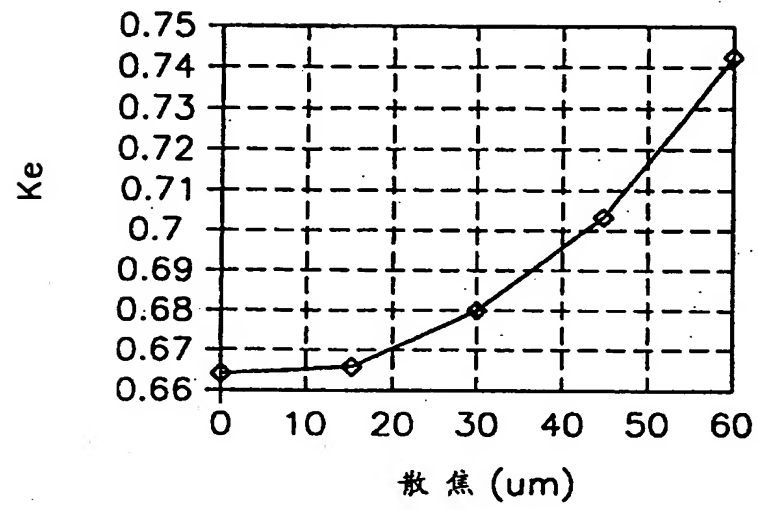


图 17C

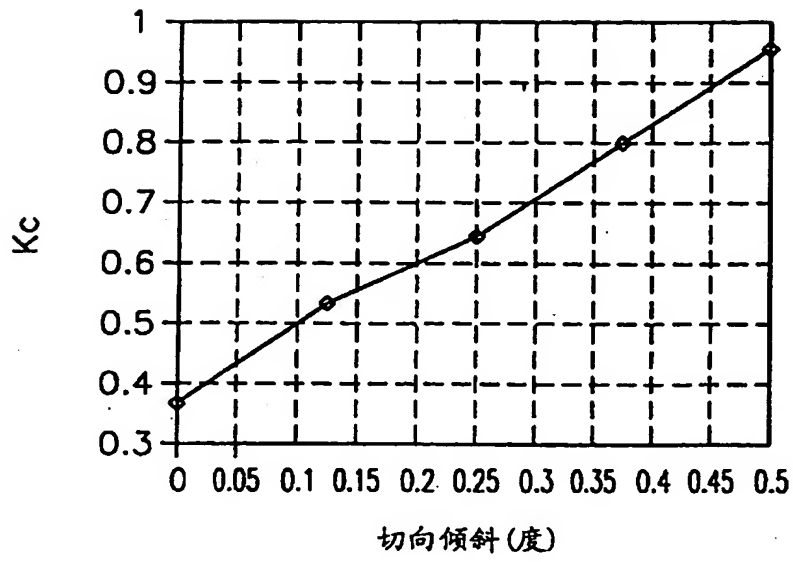


图 18A

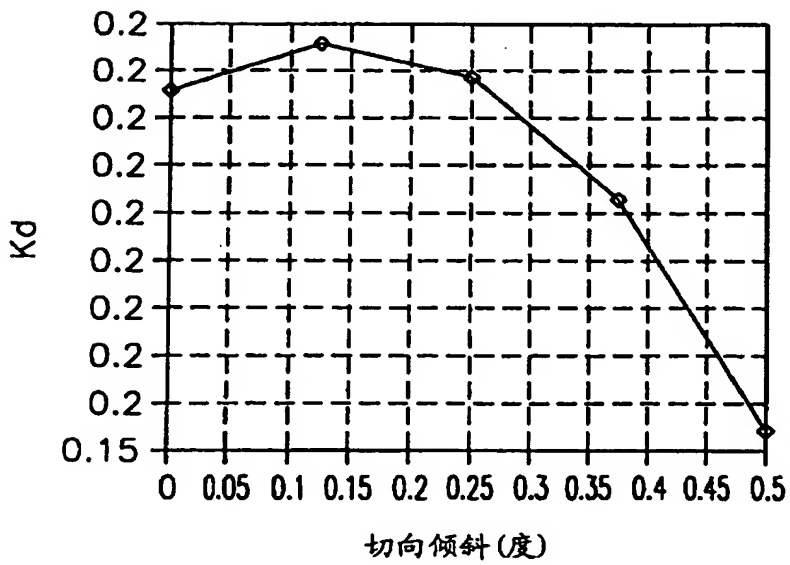


图 18B

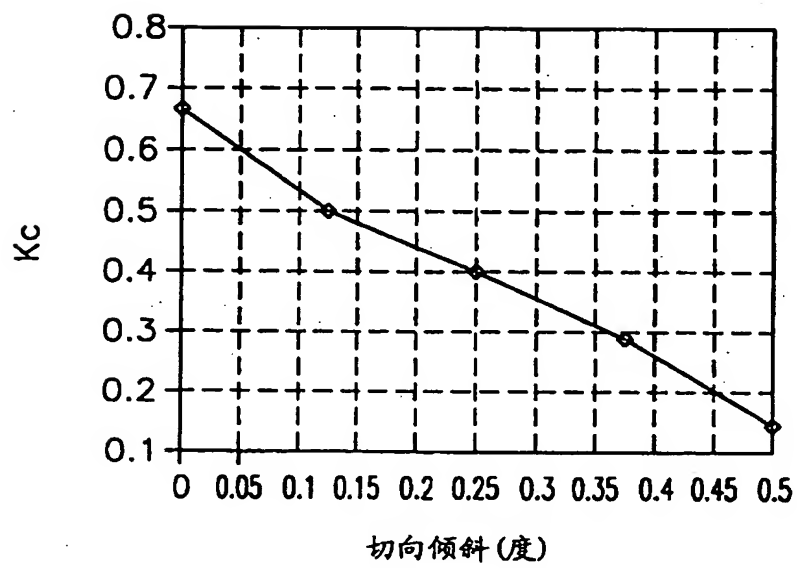


图 18C

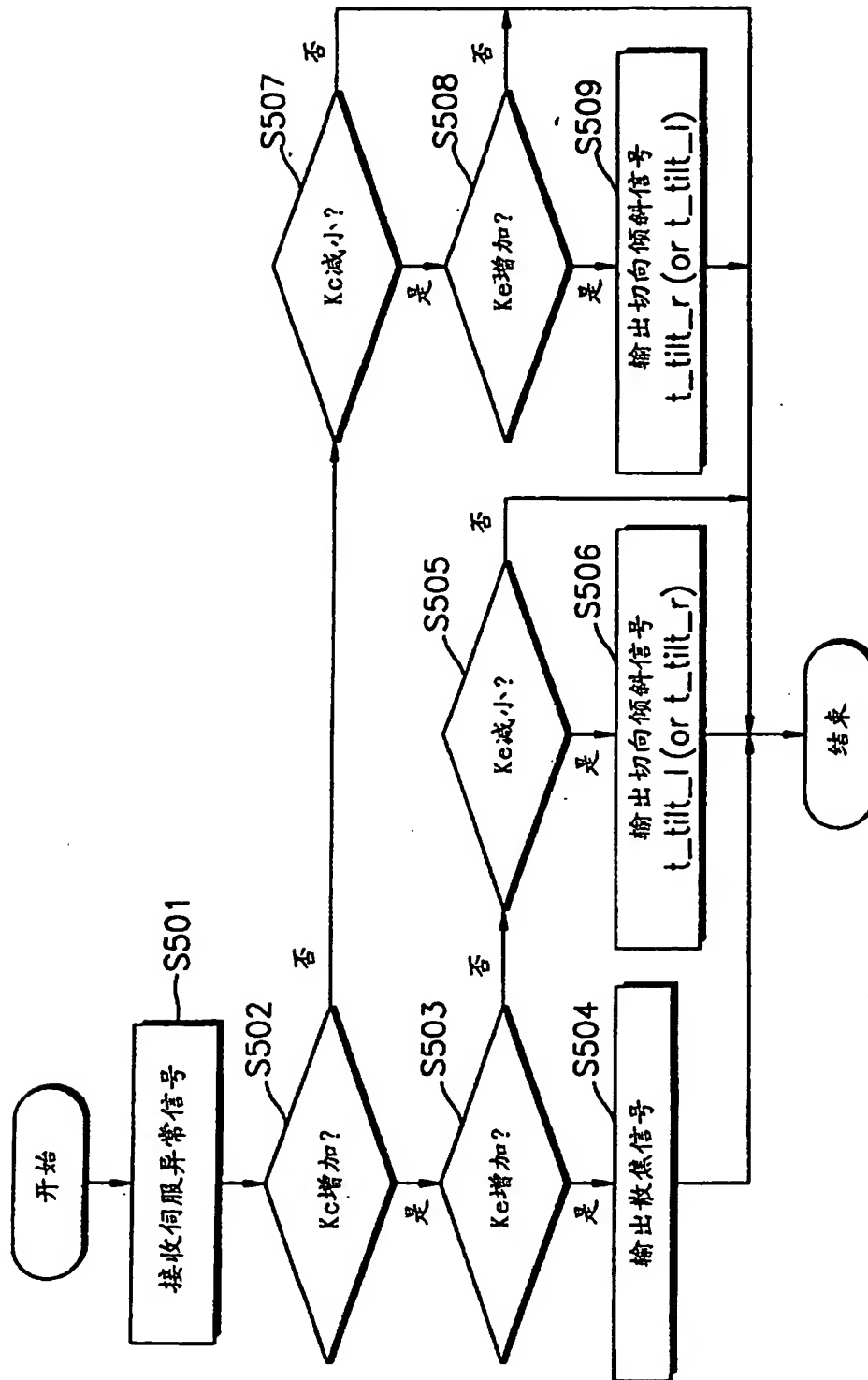


图 19

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.